云 南 植 物 研 究　2007，29 (1)：38～42
Acta Botanica Yunnanica

三倍体短葶飞蓬的发现及其在育种上的意义*

李　鹂[1,2]，党承林[2]，黄瑞复[2]
(1 吉首大学资源环境学院，湖南 吉首　416000；2 云南大学生态学与地植物学研究所，云南 昆明　650091)

摘要：对云南省野生居群的短葶飞蓬有丝分裂的细胞学特征进行观察研究。在云南省大理苍山、腾冲杨家坪的二倍体野生居群中，发现有三倍体个体的存在。苍山居群的两种核型分别为 2n = 2x = 18 = 4m + 10sm + 4st，2n = 3x = 27 = 6m + 12sm + 9st；杨家坪居群的两种核型分别为 2n = 2x = 18 = 6m + 10sm + 2st，2n = 3x = 27 = 3m + 15sm + 9st。通过对其生物学特性及表型的分析，认为短葶飞蓬可以采取多倍体育种方式获得更优良的品种。

关键词：短葶飞蓬；核型；三倍体；育种
中图分类号：Q 943　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253 - 2700 (2007) 01 - 038 - 05

Discovery of Triploid *Erigeron breviscapus* (Compositae) and Its Potential for Breeding

LI Li[1,2]，DANG Cheng-Lin[2]，HUANG Rui-Fu[2]
(1 *College of Biology and Enviromental Sciences of Jishou University*，Jishou 416000，China；
2 *The Ecology Institute of Yunnan University*，Kunming 650091，China)

Abstract: The chromosomes number and karyotypes for an important medicinal plant，*Erigeron breviscapus* (Vant.) Hand.-Mazz.， in wild populations from Yunnan were reported in this paper. Two kind of ploidy levels were observed within two populations of the species. (1) Cangshan population：the karyotype formula of the diploid type is 2n = 2x = 18 = 4m + 10sm + 4st and 2n = 3x = 27 = 6m + 12sm + 9st for triploid，(2) Yangjiaping population：the karyotype formula of the diploid type is 2n = 2x = 18 = 6m + 10sm + 2st and 2n = 3x = 27 = 3m + 15sm + 9st for triploid. The triploid type of *E. breviscapus* was discovered for the first time. Morphological characteristics of the triploid individuals suggest that *E. breviscapus* has a potential for fostering a better breed.

Key words: *Erigeron breviscapus*；Karyotype；Triploid；Breeding

短葶飞蓬 (*Erigeron breviscapus* (Vant.) Hand.-Mazz.) 为菊科紫菀族 (Trib. Astereae) 飞蓬属 (*Erigeron*) 植物 (林镕和陈艺林，1985)，又称灯盏花、灯盏细辛、地顶草、地阳草等，是民间常用中草药，对治疗闭塞性脑血管疾病所致瘫痪及脑出血后遗瘫痪有良好疗效。

我国目前对短葶飞蓬的研究主要涉及化学、药理以及产品开发等方面，生物学基础性研究较少，仅对生理生态学 (苏文华等，2001)、人工栽培 (俞宏渊等，2002) 和遗传变异 (冯定霞等，2002；周利杰等，2005) 有相关报道。在细胞遗传学方面，冯定霞等 (2002) 对丽江、昆明、邱北 3 个居群进行过报道，其染色体数目 2n = 18，并以丽江居群为代表进行核型分析，未见多倍体或非整倍性现象。

笔者对云南大理、腾冲、昆明、禄劝、丽江、中甸、文山、邱北、巧家等地共 18 个短葶飞蓬野生居群的植株进行细胞学研究，在普查过程中偶然

---

* 基金项目：国家自然科学基金项目 (30360009)
收稿日期：2006 - 03 - 08，2006 - 09 - 20 接受发表

作者简介：李鹂 (1973 -) 女，博士研究生，主要从事植物生态遗传学研究。E-mail：lilyjsu@126.com

发现除前人报道的正常二倍体（$2n = 18$）类型外，该种某些二倍体居群中同时存在三倍体（$2n = 27$）类型。本文旨在报道短葶飞蓬三倍体的发现，并对三倍体类型在人工育种中的意义进行讨论。

1　材料和方法

1.1　材料来源

实验材料采于云南大理及腾冲（表 1），凭证标本存于吉首大学植物标本室。2002 年 4 月至 12 月，分别从 2 个居群点采集幼苗移栽至昆明云南英茂生物技术实验室实验地（每居群采集数目为 80 株以上）。

1.2　实验方法

染色体制片按常规方法进行。上午 9～12 时取材，切取生长旺盛的植株幼嫩根尖，放入 0.05% 秋水仙碱溶液在 4℃冰箱中预处理 18～24 h，卡诺氏固定液（冰醋酸∶无水乙醇 = 1∶3）固定 4～12 h，1 mol/L 的盐酸于 60℃恒温水浴中解离 3～5 min，蒸馏水漂洗，改良卡宝品红染色、压片、镜检。分析时两居群分别以细胞为单位进行统计，取 5 个染色体分散良好的细胞进行测量计算，染色体计数为 20 个以上细胞的统计结果。核型分析参照李懋学和陈瑞阳（1985）的标准。核型不对称程度采用着丝点端化值（centromeric terminalization value，简称 T.C 值）度量，即 T.C% =（长臂总长/染色体总长）100%。核型类型根据 Stebbins（1971）的分类标准划分。每居群进行制片的植株数目均在 10 个以上，均为定株取材。

2　实验结果

2.1　二倍体

染色体数目均为 $2n = 2x = 18$，与冯定霞等（2002）所做的结果基本一致。两居群的核型研究结果详见表 2 及图 1。

大理苍山居群核型公式为：$2n = 2x = 18 = 4m + 10sm + 4st$，其中，第 7、8 对染色体为中部着丝点染色体，第 2、3、4、5、6 对为近中部着丝点染色体，第 1、9 对为近端部着丝点染色体。最长染色体与最短染色体比值为 1.91，染色体相对长度变化范围为 7.73～14.76。T.C% 值为 66.87%。臂比值大于 2 的染色体的百分比为 44.44%，核型属于 2A 型。

表 1　实验材料来源

Table 1　Place for collecting and habitat of *Erigeron breviscapus*

居群 Populations	海拔 Altitude (m)	凭证标本 Vouchers	生境 Habitat
大理苍山 Cangshan	2400	LL0211	林缘灌丛 boskage near the edge of pine-forest
腾冲杨家坪 Yangjia ping	1950	LL0207	半裸地，田埂下方 half-uncovered-land, under the ridge of field

表 2　短葶飞蓬不同居群的染色体参数

Table 2　The parameters of chromosomes in different populations of *Erigeron breviscapus*

序号 No	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type	序号 No	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type
Cangshan population (2n = 2x)				Yangjia-ping population (2n = 2x)			
1	3.13 + 11.63 = 14.76	3.72	st	1	4.98 + 8.68 = 13.66	1.74	sm
2	4.20 + 8.60 = 12.80	2.04	sm	2	3.18 + 10.40 = 13.58	3.27	st
3	4.30 + 7.72 = 12.02	1.80	sm	3	3.95 + 8.16 = 12.11	2.07	sm
4	3.91 + 7.92 = 11.83	2.03	sm	4	4.47 + 6.79 = 11.26	1.52	m
5	4.11 + 7.53 = 11.64	1.83	sm	5	3.35 + 7.73 = 11.08	2.31	sm
6	3.52 + 6.94 = 10.46	1.97	sm	6	2.92 + 7.56 = 10.48	2.59	sm
7	4.01 + 5.67 = 9.68	1.41	m	7	3.52 + 6.10 = 9.62	1.73	sm
8	4.11 + 4.99 = 9.10	1.21	m	8	4.47 + 5.07 = 9.54	1.13	m
9	1.86 + 5.87 = 7.73	3.16	st	9	3.61 + 4.21 = 7.82	1.17	m
Cangshan population (2n = 3x) *				Yangjia-ping population (2n = 3x)			
1	3.26 + 9.78 = 13.04	3.00	st	1	2.70 + 11.57 = 14.27	4.29	st
2	4.74 + 8.30 = 13.04	1.75	sm	2	5.15 + 8.19 = 13.34	1.59	m
3	4.15 + 8.70 = 12.85	2.10	sm	3	3.29 + 8.78 = 12.07	2.67	sm
4	2.77 + 9.58 = 12.35	3.46	st	4	3.29 + 8.28 = 11.57	2.52	sm
5	2.96 + 9.19 = 12.15	3.10	st	5	2.36 + 9.12 = 11.48	3.86	st
6	2.77 + 7.51 = 10.28	2.71	sm	6	3.55 + 6.59 = 10.14	1.86	sm
7	4.05 + 5.04 = 9.09	1.24	m	7	2.00 + 7.43 = 9.43	3.72	st
8	2.57 + 6.13 = 8.70	2.39	sm	8	2.70 + 6.67 = 9.37	2.47	sm
9	3.16 + 5.34 = 8.50	1.69	m	9	2.70 + 5.83 = 8.53	2.16	sm

*: The results were calculated from 4 cells only .

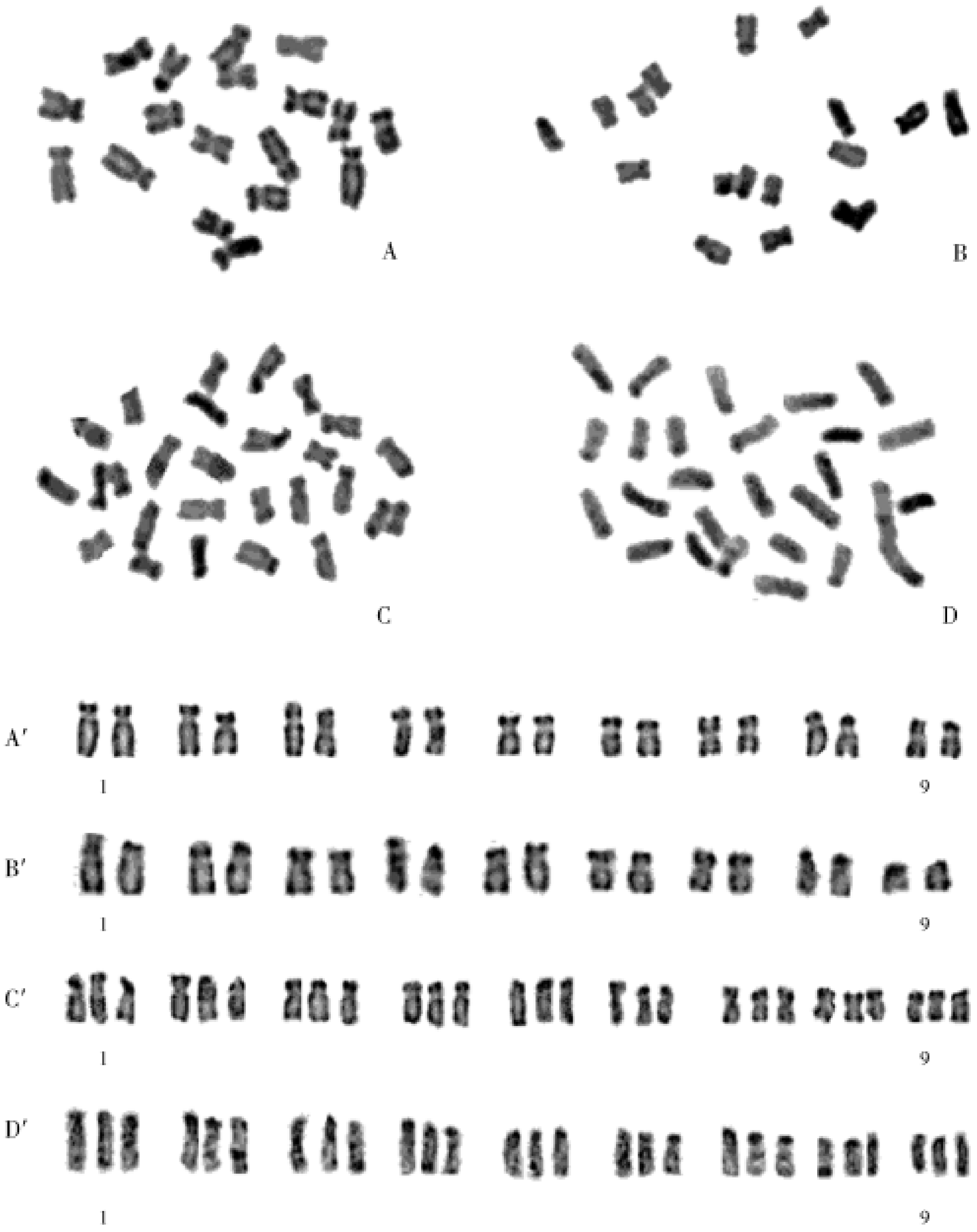

图 1　短葶飞蓬的中期染色体与核型 (×1250)

A, A′: 大理苍山居群 (2n = 2x = 18) ; B, B′: 腾冲杨家坪居群 (2n = 2x = 18) ;

C, C′: 大理苍山居群 (2n = 3x = 27) ; D, D′: 腾冲杨家坪居群 (2n = 3x = 27)

Fig . 1　Metaphase chromosomes and karyotypes of *Erigeron breviscapus* (×1250)

A, A′: Cangshan population (2n = 2x = 18) ; B, B′: Yangjia-ping population (2n = 2x = 18);

C, C′: Cangshan population (2n = 3x = 27); D, D′: Yangjia-ping population (2n = 3x = 27)

腾冲杨家坪居群核型公式为: 2n = 2x = 18 = 6m + 10sm + 2st, 其中, 第 4、8、9 对染色体为中部着丝点染色体, 第 1、3、5、6、7 对为近中部着丝点染色体, 第 2 对为近端部着丝点染色体。最长染色体与最短染色体比值为 1.75, 染色体相对长度变化范围 7.82～13.66。T.C%值为 64.70%。臂比值大于 2 的染色体的百分比为 44.44%, 核型属于 2A 型。

2.2　三倍体

短葶飞蓬首次发现自然三倍体。一个三倍体植株发现于大理苍山居群, 核型公式为 2n = 3x = 27 = 6m + 12sm + 9st, 最长与最短染色体比值为 1.55。染色体相对长度变化范围为 8.50～13.04。T.C% 值为 69.57%。臂比值大于 2 的染

色体的百分比为 66.66%，核型类型属 Stebbins 的 3A 型。另一个三倍体植株发现于腾冲杨家坪居群，核型公式为 2n = 3x = 27 = 3m + 15sm + 9st，最长与最短染色体比值为 1.67。染色体相对长度变化范围 8.53～14.27。T.C%值着丝点端化值 66.46%。臂比值大于 2 的染色体的百分比为 77.77%，核型类型属 Stebbins 的 3A 型（表 2、图 1）。除了上述两居群外，来自大理、腾冲、昆明、禄劝、丽江、中甸、文山、邱北、巧家等地的其它 16 个居群，每居群检测植株 10 株以上，均未发现自然三倍体。即检测的近两百个植株中，共检测到两个植株为三倍体，2n = 3x = 27，比例近于 1%。

2.3　三倍体的表型特征

通过定株观察发现短葶飞蓬三倍体植株和二倍体植株的形态基本相似。但两个三倍体植株具有明显的共同特征：植株生长势极好，形态较高大粗壮，叶片数明显多于二倍体植株，叶面积大，叶片厚，密毛，气孔大而明显，头状花序直径大，小花花期较长，结实率极低，植株抗性强，具体表现为病虫害明显少于周围其它移栽植株。根据此形态特征，在所有已移栽植株中进行初步选择，得到 5 株有可能为三倍体的植株。经镜检证实有 2 株为三倍体，所占比例为 40%。一株同样来自腾冲杨家坪居群，另一株则来自腾冲打鹰山（海拔 2 600 m）居群。

3　讨论

3.1　三倍体的发生

实验地中引种栽培短葶飞蓬总数约为 1 500 株，一共发现三倍体自然植株 4 株，比例约为 0.27%。在那些形态特征不明显未做镜检的植株中，若还有三倍体植株，该比例将会更高。这说明在短葶飞蓬分布区中，自然三倍体植株与二倍体植株混生，以较高比例存在，形成三倍体与二倍体的混合居群。根据三倍体表型特征初步选择得到的短葶飞蓬，为三倍体的正确率有 40%。在野外采样时可以考虑将该表型特征作为三倍体短葶飞蓬的共性表现，有助于提高获得短葶飞蓬三倍体自然植株的效率。

在尚未发现四倍体植株之前，本文新发现的短葶飞蓬三倍体 2n = 27 的来源，应该是由一个二倍体植株产生的未减数的二倍体配子与另一植株产生的单倍体配子结合而产生。其中又以未减数的卵细胞与减数的花粉结合机率更大，因为通常二倍体雄配子体的竞争力低于单倍体，选择上处于劣势。自然三倍体植株的未减数配子与正常的单倍性配子结合可进一步形成自然四倍体（路易斯，1984）。

三倍体植株与二倍体植株随机而同群分布。没有形成三倍体居群和未发现四倍体植株的原因，可能是因为短葶飞蓬尽管是多年生草本，但无性繁殖能力不强，而且占据生境大多为临时性生境，干扰是其成功定居的前提，因而缺少一个长期稳定的选择条件，短葶飞蓬仍处于多倍体进化的初级阶段。

3.2　三倍体在育种上的意义

诱导多倍体研究工作已经在大量物种中进行，并且在一些物种中获得成功。大多数物种都有一个最适染色体数目或最适倍性水平，超过这一数目和水平，额外的染色体反而对植物体有害。短葶飞蓬染色体数目较少，仅 18 条，而且较小，染色体长度范围 0.51～0.92 μm（冯定霞等，2002），多为二倍体，为倍性变化留有较大可能。染色体加倍会使植株产生两种结果，一是细胞体积的增加，二是育性的降低。尽管在不同物种中这两种结果的表达强度不一，它们仍然普遍作用于各物种。由此可以推测，为收获营养部份而栽培的作物，多倍体育种成功的可能性最大。短葶飞蓬不论是作为单味入药还是作为灯盏花系列药品的药源植物，都是以全草入药或是以全草做为生产原材料。它可以从诱导多倍体的一种普遍结果——植株各部分增大得到好处，而受另一结果——育性降低的负面影响很少。多倍体育种成功的先决条件是拥有广泛的遗传基础。通过对短葶飞蓬繁育系统的观察研究表明短葶飞蓬为异花授粉、虫媒（李鹂，2007）。在染色体人工加倍前，原始育种居群中具有大量各式各样的遗传型。冯定霞等（2002）从等位酶水平、周利杰等（2005）从 DNA 水平也证明短葶飞蓬具有丰富的遗传变异，遗传基础较好。此外，短葶飞蓬为多年生草本，可减少对种子生产的依赖性，减少育性降低的不利影响，同时较短的有性世代周期可以使其在较短时间内完成良种选育，育种

进程较快。

在确定一项多倍体育种计划的时候，生物学特性的限制往往超过对经济价值的考虑。如谷类作物尽管具有重大的经济价值，但它的生物学条件明显不利于育种成功，如今已经放弃。另一方面，符合上述适宜染色体加倍改良条件的物种中则不乏成功的例子，如毛白杨自然三倍体的发现将我国毛白杨良种选育的研究推进到新的水平，并已显示出巨大的开发潜力和栽培价值（朱之悌等，1998）。分析其生物学特性可发现，毛白杨具有一些与短葶飞蓬相似的生物学特性，如异花授粉、多年生、可利用扦插技术快速进行营养繁殖等生物习性，而且最重要的是毛白杨也是以收获营养体为主。

本研究中发现的自然三倍体植株证明短葶飞蓬可以充分发挥多倍体育种潜力，可直接利用组织培养技术扩繁优质三倍体品系，也可结合秋水仙碱诱导，在较短时间内获得四倍体植株（李涵等，2005；罗跃龙等，2004），并以四倍体植株为父、母本，选育出高产、高黄酮含量的优质三倍体新品系。

致谢 本文实验部分承蒙云南大学生命科学学院虞泓教授的关心与指导，云南英茂生物技术实验室张时刚先生、黄萍女士给予无私帮助。

〔参考文献〕

林镕，陈艺林，1985．中国植物志 74 卷［M］．北京：科学出版社，308—309

路易斯主编，鲍文奎译，1984．多倍体在植物和动物中的地位［M］．贵阳：贵州人民出版社

Feng DX（冯定霞），Chen B（陈勃），Dang CL（党承林）*et al*．2002．Karyotype and allozyme analyses of three populations of *Erigeron breviscapus* from Yunnan［J］．*Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**24**：754—758

Li H（李涵），Zheng SX（郑思乡），Long CL（龙春林），2005．Induction of polyploidy of *Dendrobium devonianum*［J］．*Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**27**：552—556

Li L（李鹂），Dang CL（党承林），2007．Floral syndrome and breeding system of *Erigeron breviscapus*［J］．*Acta Ecolog Sin*（生态学报），**27**（2）：

Li MX（李懋学），Chen RY（陈瑞阳），1985．A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants［J］．*J Wuhan Bot Res*（武汉植物学研究），**3**：297—302

Luo YL（罗跃龙），Peng F（彭菲），Liu J（刘军），2004．Polyploid induction and breeding of *Angelica dahurica* var. *formasana*［J］．*China J Chin Materia Med*（中国中药杂志），**29**（2）：186—187

Stebbins GL，1971．Chromosome evolution in Higher Plants［M］．London：Edward Arnold，85—104

Su WH（苏文华），Lu J（陆洁），Zhang GF（张光飞）*et al*．2001．Ecological and biological analysis of total flavonoids in *Erigeron breviscapus*［J］．*Chin Tradit Herb Drags*（中草药），**32**：1119—1121

Yu HY（俞宏渊），Chen ZL（陈宗莲），2002．Study on artificial culture of *Erigeron breviscapus*［J］．*Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**24**（1）：115—120

Zhou LJ（周利杰），Li NG（李南高），Yu H（虞泓）*et al*．2005．RAPD analysis on the genetic variation of *Erigeron breviscapus* from Yunnan［J］．*Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**27**：59—65

Zhu ZT（朱之悌），Kang XY（康向阳），Zhang ZY（张志毅），1998．Studies on selection of natural triploids of *Populus tomentosa*［J］．*Sci Silvae Sin*（林业科学），**34**（4）：22—31